

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP2004/012378

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
IPC 7 B42D15/10 G02B5/32

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 7 B42D G02B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 032 003 A (ANTES ET AL) 16 July 1991 (1991-07-16) figures 1,2 column 2, lines 37-55 column 3, lines 1-9,117-23,33-61 column 4, lines 27-33 column 5, lines 8-21,28-32,61-68 column 6, lines 1-5	1,17
Y	-----	4,8,13
Y	US 6 417 968 B1 (STAUB REN&EACUTE ET AL) 9 July 2002 (2002-07-09) column 3, lines 10-59 column 4, lines 12-43,53-59	4,8,13
A	column 7, lines 7-23 ----- -/-	13,17

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents :

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*&\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the International search

27 January 2005

Date of mailing of the International search report

11/02/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Curt, D

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP2004/012378

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 02/100654 A2 (OVD KINEGRAM AG; SCHILLING, ANDREAS; TOMPKIN, WAYNE, ROBERT) 19 December 2002 (2002-12-19) page 5, lines 15-34 page 6, lines 1-17 page 9, lines 31-33 page 10, lines 1-22 page 16, lines 10-17 claim 5 -----	1, 4, 12
X	WO 03/055691 A1 (OVD KINEGRAM AG; SCHILLING, ANDREAS; TOMPKIN, WAYNE, ROBERT; STAUB, RE) 10 July 2003 (2003-07-10) page 6, lines 25-36 page 7, lines 1-17 page 10, lines 19-35 page 11, lines 21-32 page 12, lines 19-37 figures 2,7,9-13 -----	1, 3, 8, 9, 17

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP2004/012378

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)		Publication date
US 5032003	A	16-07-1991	AU EP HK JP JP AT DE	635255 B2 5372990 A 0375833 A1 24395 A 2165987 A 2795698 B2 85555 T 58903532 D1		18-03-1993 24-10-1991 04-07-1990 03-03-1995 26-06-1990 10-09-1998 15-02-1993 25-03-1993
US 6417968	B1	09-07-2002	CH AT AU AU CA DE WO EP ES HK	693427 A5 236410 T 745327 B2 2276699 A 2319139 A1 59807777 D1 9938038 A1 1051647 A1 2196651 T3 1029181 A1		31-07-2003 15-04-2003 21-03-2002 09-08-1999 29-07-1999 08-05-2003 29-07-1999 15-11-2000 16-12-2003 05-09-2003
WO 02100654	A2	19-12-2002	DE CZ DE EP TW US	10127979 C1 20033306 A3 50201476 D1 1392521 A2 584603 B 2004130760 A1		07-11-2002 14-04-2004 09-12-2004 03-03-2004 21-04-2004 08-07-2004
WO 03055691	A1	10-07-2003	EP	1458578 A1		22-09-2004

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen  
PCT/EP2004/012378

**A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES**  
IPK 7 B42D15/10 G02B5/32

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

**B. RECHERCHIERTE GEBIETE**

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole )  
IPK 7 B42D G02B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

**C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 5 032 003 A (ANTES ET AL) 16. Juli 1991 (1991-07-16) Abbildungen 1,2 Spalte 2, Zeilen 37-55 Spalte 3, Zeilen 1-9, 117-23, 33-61 Spalte 4, Zeilen 27-33 Spalte 5, Zeilen 8-21, 28-32, 61-68 Spalte 6, Zeilen 1-5	1,17
Y	-----	4,8,13
Y	US 6 417 968 B1 (STAUB REN&EACUTE ET AL) 9. Juli 2002 (2002-07-09) Spalte 3, Zeilen 10-59 Spalte 4, Zeilen 12-43, 53-59	4,8,13
A	Spalte 7, Zeilen 7-23 -----	13,17
	-/-	

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

- \* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
- \*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- \*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem Internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- \*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- \*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- \*P\* Veröffentlichung, die vor dem Internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
- \*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem Internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
- \*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden
- \*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
- \*&\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

27. Januar 2005

11/02/2005

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Curt, D

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen  
PCT/EP2004/012378

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	<p>WO 02/100654 A2 (OVD KINEGRAM AG; SCHILLING, ANDREAS; TOMPKIN, WAYNE, ROBERT) 19. Dezember 2002 (2002-12-19) Seite 5, Zeilen 15-34 Seite 6, Zeilen 1-17 Seite 9, Zeilen 31-33 Seite 10, Zeilen 1-22 Seite 16, Zeilen 10-17 Anspruch 5</p> <p>-----</p>	1, 4, 12
X	<p>WO 03/055691 A1 (OVD KINEGRAM AG; SCHILLING, ANDREAS; TOMPKIN, WAYNE, ROBERT; STAUB, RE) 10. Juli 2003 (2003-07-10) Seite 6, Zeilen 25-36 Seite 7, Zeilen 1-17 Seite 10, Zeilen 19-35 Seite 11, Zeilen 21-32 Seite 12, Zeilen 19-37 Abbildungen 2,7,9-13</p> <p>-----</p>	1, 3, 8, 9, 17

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Internationales Aktenzeichen PCT/EP2004/012378
---

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 5032003	A	16-07-1991	AU	635255 B2		18-03-1993
			AU	5372990 A		24-10-1991
			EP	0375833 A1		04-07-1990
			HK	24395 A		03-03-1995
			JP	2165987 A		26-06-1990
			JP	2795698 B2		10-09-1998
			AT	85555 T		15-02-1993
			DE	58903532 D1		25-03-1993
US 6417968	B1	09-07-2002	CH	693427 A5		31-07-2003
			AT	236410 T		15-04-2003
			AU	745327 B2		21-03-2002
			AU	2276699 A		09-08-1999
			CA	2319139 A1		29-07-1999
			DE	59807777 D1		08-05-2003
			WO	9938038 A1		29-07-1999
			EP	1051647 A1		15-11-2000
			ES	2196651 T3		16-12-2003
			HK	1029181 A1		05-09-2003
WO 02100654	A2	19-12-2002	DE	10127979 C1		07-11-2002
			CZ	20033306 A3		14-04-2004
			DE	50201476 D1		09-12-2004
			EP	1392521 A2		03-03-2004
			TW	584603 B		21-04-2004
			US	2004130760 A1		08-07-2004
WO 03055691	A1	10-07-2003	EP	1458578 A1		22-09-2004

**Diffraktives Sicherheitselement mit einem Halbtonbild**

Die Erfindung bezieht sich auf ein diffraktives Sicherheitselement mit einem Halbtonbild gemäss dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

5 Solche Sicherheitselemente werden für die Beglaubigung von Dokumenten, Banknoten, Ausweisen, wertvollen Gegenständen aller Art usw. verwendet, da sie, obwohl leicht überprüfbar, schwierig nachzuahmen sind. Das Sicherheitselement wird meist auf den zu beglaubigenden Gegenstand aufgeklebt.

Aus der EP-A 0 105 099 ist bekannt, aus diffraktiven Bildelementen ein graphisch  
10 gestaltetes Sicherheitsmuster mosaikartig zusammenzusetzen. Das Sicherheitsmuster verändert sein Aussehen, wenn der Betrachter das Sicherheitsmuster kippt und/oder das Sicherheitsmuster in seiner Ebene dreht.

15 Die EP-A 0 330 738 beschreibt Sicherheitsmuster, die diffraktive Flächenteile, die kleiner als 0,3 mm sind, einzeln oder in einer Reihe in der Struktur des Sicherheitsmuster angeordnet sind. Insbesondere bilden die Flächenteile Schriftzüge mit einer Höhe von weniger als 0,3 mm Höhe. Die Form der Flächenteile bzw. der Lettern ist nur mittels einer guten Lupe erkennbar.

20 Es ist auch aus der EP-A 0 375 833 bekannt, in einem Sicherheitselement eine Vielzahl von aus Pixeln zusammengesetzten, diffraktiven Sicherheitsmustern unterzubringen, wobei von blossem Auge jedes der Sicherheitsmuster unter einer vorbestimmten Orientierung in der normalen Lesedistanz sichtbar ist. Jedes Sicherheitsmuster ist in Pixel des durch das Sicherheitselement vorgegebenen Rasterfelds eingeteilt. Das Rasterfeld des Sicherheitselements ist, der Anzahl der Sicherheitsmuster entsprechend, in diffraktiver Feldanteile unterteilt. In jedem Rasterfeld belegen die dem Rasterfeld zugehörigen Pixel der Sicherheitsmuster ihren vorbestimmten Feldanteil.

25 Aus DE-OS 1 957 475 und CH 653 782 ist eine weitere Familie von beugungsoptisch wirksamen, mikroskopisch feinen Reliefstrukturen unter dem Namen Kinoform bekannt. Die Reliefstruktur des Kinoforms lenkt Licht in einen vorbestimmten Raumwinkel ab. Nur bei einer Beleuchtung der Kinoform mit im wesentlichen kohärenten Licht kann die im Kinoform gespeicherte Information auf einem Bildschirm sichtbar gemacht werden. Das Kinoform streut weisses Licht bzw.

Tageslicht in den von der Kinoform vorbestimmten Raumwinkel, aber ausserhalb des Raumwinkels erscheint die Kinoformfläche dunkelgrau.

Die diffraktiven Sicherheitsmuster sind in einem Schichtverbund aus Kunststoffen eingeschlossen, welcher für das Anbringen an einen Gegenstand eingerichtet ist. In der US-PS 4'856'857 sind verschiedene Ausführungen des Schichtverbunds beschrieben und die geeigneten Materialien aufgelistet.

Andererseits ist aus US-PS 6'198'545 bekannt, drucktechnisch hergestellte Halbtontbilder aus Pixeln mit Bildelementen bzw. Zeichen zu bilden, wobei der Schwarzanteil im sonst weissen Pixelhintergrund so gewählt ist, dass der Betrachter in der 10 Betrachtungsdistanz von 30 cm bis 1 m das Halbtontbild erblickt und erst bei genaueren Betrachtung, in nächster Distanz oder mit der Lupe, die Bildelemente bzw. Zeichen erkennen kann. Diese Bildsynthesetechnik ist unter der Bezeichnung "artistic screening" bekannt. Gute Kopien von Halbtontbildern ohne artistic screening sind infolge der laufend verbesserten Auflösung in der Kopiertechnik leicht herzustellen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein diffraktives Sicherheitselement zu schaffen, das ein Halbtontbild zeigt und schwierig nachzuahmen oder zu kopieren ist.

Die genannte Aufgabe wird erfindungsgemäss durch die im Kennzeichen des Anspruchs 1 angegebenen Merkmale gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

Die Idee der Erfindung ist ein diffraktives Sicherheitselement herzustellen, das wenigstens zwei verschiedene erkennbare Muster aufweist, wobei das eine Muster ein in einer Betrachtungsdistanz von 30 cm bis 1 m visuell erkennbares Halbtontbild ist, das sich aus einer Vielzahl von Bildelementmustern zusammensetzt. Die Bildelementmuster sind auf einem Hintergrund angeordnet und bedecken lokal, z.B. in einem Pixel, einen von der lokalen Flächenhelligkeit im Halbtontbild vorbestimmten Anteil des Hintergrunds. Sowohl die Hintergrundflächen als auch die Flächen der Bildelementmuster sind optisch wirksame Elemente, wie Hologramme, Beugungsgitter, Mattstrukturen, spiegelnden Flächen usw., wobei sich die optisch wirksamen Elemente für die Flächen der Bildelementmuster und für den Hintergrund im Beugungs- bzw. Reflexionsverhalten unterscheiden. Die 25 Bildelementmuster im Halbtontbild sind nur bei einer Betrachtung in einer Lesedistanz 30

kleiner als 30 cm mit oder ohne Hilfsmittel, z.B. Vergrösserungsglas, erkennbar. In einer anderen Ausführung des Sicherheitselementes ziehen sich über die Fläche des Halbtonbilds als weitere Muster bis zu 25 µm breite Musterstreifen hin. Die geraden und/oder gekrümmten Musterstreifen bilden ein Hintergrundsmuster, wie z.B. Guillochen,

5 Piktogramme usw. In den Flächen der Musterstreifen sind Linienelemente auf dem Hintergrund angeordnet. Der Flächenanteil der Linienelemente pro Längeneinheit des Musterstreifens ist durch die lokale Flächenhelligkeit im Bildelementmuster bestimmt, durch die sich der Musterstreifen erstreckt. Die Flächen der Linienelemente unterscheiden sich durch ihre optisch wirksame Elemente von den Flächen des Hintergrunds und/oder der

10 Bildelementmuster. Die Bildelementmuster und Linienmuster sind aus Zeichen, Linien, Gewebe- und Friesmustern, Lettern usw. zusammen gesetzt. Das Sicherheitselement ist mit den in den eingangs erwähnten diffraktiven Sicherheitsmustern der EP-A 0 105 099 und EP-A 0 330 738 kombinierbar.

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und werden im  
15 folgenden näher beschrieben.

Es zeigen:

- Figur 1 ein Sicherheitselement mit einem vergrösserten Ausschnitt,
- Figur 2 Lettern als Bildelementmuster in Bildelementen,
- Figur 3 einen Querschnitt durch das Sicherheitselement,
- 20 Figur 4 eine Mattstruktur,
- Figur 5 den vergrösserten Ausschnitt bei einem Drehwinkel  $\delta$ ,
- Figur 6 den vergrösserten Ausschnitt beim Drehwinkel  $\delta_1$ ,
- Figur 7 den vergrösserten Ausschnitt beim Drehwinkel  $\delta_2$ ,
- Figur 8 Kleinbilder im Sicherheitselement,
- 25 Figur 9 Detailaufbau im Bildelement und
- Figur 10 Helligkeitssteuerung mit Musterstreifen.

In der Figur 1 bedeuten 1 ein diffraktives Sicherheitselement, 2 ein Halbtonbild aus Musterelementen, 3 einen stark vergrösserten Ausschnitt aus dem Sicherheitselement 1, 4 Bildelemente, 5 Hintergrundfelder und 6 Bildelementmuster. Die Musterelemente des Halbtonbilds 2 sind die pixelartigen Bildelemente 4, die sich mosaikartig aus Flächenteilen

zusammensetzen. Mikroskopisch feine Oberflächenstrukturen in den Flächenteilen der Bildelemente 4 modifizieren auf das Sicherheitselement 1 einfallendes Licht abhängig von der Beleuchtungs- und Beobachtungsrichtung.. Die Flächenteile mit den Licht modifizierenden Oberflächenstrukturen umfassen wenigstens die Hintergrundfelder 5 und die 5 Bildelementmuster 6. Die Oberflächenstrukturen können zur Verstärkung der Licht modifizierenden Wirkung mit einer Reflexionsschicht ausgerüstet sein.

In der Darstellung der Figur 1 ist zur einfacheren Beschreibung die Fläche des Sicherheitselements 1 auf ein Koordinatensystem mit den Koordinatenachsen x und y ausgerichtet. Weiter sind aus darstellerischen Gründen in den Zeichnungen die Flächen der 10 Hintergrundfelder 5 bzw. der Bildelementmuster 6 gerastert oder ungerastert in Weiss gehalten, wobei die Hintergrundfelder 5 und die Bildelementmuster 6 anders als bei drucktechnisch hergestellten Halbtonbildern ohne Angabe der Beleuchtungs- und Beobachtungsrichtung keine Hinweise auf ihre Flächenhelligkeit zulassen.

Wie im vergrößerten Ausschnitt 3 der Figur 1 gezeigt ist, ist in einer Ausführung die 15 Fläche des Sicherheitselements 1 in eine Vielzahl der Bildelemente 4, die wenigstens in einer Abmessung kleiner als 1 mm sind, eingeteilt, z.B. weisen die Bildelemente 4 die Form eines Quadrats, eines Rechtecks, eines Polygons auf oder sind eine konforme Abbildung einer dieser Flächen. Grenzen zwischen den Bildelementen 4 sind nur aus darstellerischen Gründen in den Zeichnungen eingetragen. Die Fläche jedes Bildelements 4 weist wenigstens 20 das Hintergrundfeld 5 und das auf dem Hintergrundfeld 5 angeordnete Bildelementmuster 6 auf, wobei das Bildelementmuster 6 ein zusammenhängendes Flächenteil ist oder auch aus einer Gruppe von Flächenteilen besteht.

Die Flächenhelligkeit des Halbtonbilds 2 am Ort P, der dem Bildelement 4 mit den 25 Koordinaten ( $x_P; y_P$ ) entspricht, bestimmt, vorzugsweise unter Berücksichtigung der Flächenhelligkeit der Orte im Halbtonbild 2, die den benachbarten Bildelementen 4 entsprechen, und/oder des Gradienten der Flächenhelligkeit am Ort P, den Flächenanteil des Bildelementmusters 6 in der Fläche des Bildelements 4 mit den Koordinaten ( $x_P; y_P$ ). Beispielsweise ist der Flächenanteil des Bildelementmusters 6 im Bildelement 4 mit den 30 Koordinaten ( $x_P; y_P$ ) um so grösser, je grösser die Flächenhelligkeit am Ort P einer Bildvorlage des Halbtonbilds 2 ist. Damit ein Halbtonbild 2 entsteht, müssen alle Bildelementmuster 6 dieselbe Licht modifizierende Wirkung unter einer vorgegebenen

Beleuchtungs- und Beobachtungsrichtung besitzen, während die Hintergrundfelder 5 möglichst wenig Licht in diese Beobachtungsrichtung ablenken.

Der Flächenanteil der Bildelementmuster 6 im Bildelement 4 kann im Bereich zwischen 0 % und 100 % liegen, falls die Form des Bildelementmusters 6 ähnlich zur Form 5 des Bildelements 4 ist. Mit dem Begriff "ähnliche Form" sind Formen gemeint, die in den entsprechenden Winkeln gleich sind, aber unterschiedliche Abmessungen aufweisen. Weicht die Randform des Bildelementmusters 6, die z.B. die Form eines Sterns aufweist, von der Form des Bildelements 4 ab, ist der Bereich der Flächenanteile der Bildelementmuster 6 in den Bildelementen 4 am oberen Ende eingeschränkt, d.h. im Bildelement 4 ist noch ein 10 Anteil des Hintergrundfelds 5 vorhanden. Bevorzugt ist jedoch in jedem Bildelement 4 das Bildelementmuster 6 erkennbar, wenn auch in verschiedenen Größen oder in einem dem Flächenanteil entsprechenden schmalen Band in der Randform des Bildelementmusters 6, um im Bildelement 4 den notwendigen Flächenanteil des Bildelementmuster 6 zu erhalten. Die Darstellung des Halbtonebilds 2 basiert auf einer Skala mit vorbestimmten Stufen der 15 Flächenanteile des Bildelementmusters 6 im Bildelement 4, wobei die Flächenhelligkeiten der Bildvorlage mit Hilfe dieser Skala ins Halbtonebild 2 umgesetzt wird..

Beispielsweise weist die Bildvorlage des Halbtonebilds 2 auf einer Grundfläche 7 ein gefaltetes Band 8 und einen Pfeil 9 auf, der in der Mitte des Bands 8 angeordnet ist. Die Fläche des Halbtonebilds 2 ist in die Bildelemente 4 eingeteilt. Entsprechend den 20 Musterelementen, z.B. Grundfläche 7, Band 8, Pfeil 9 usw., sind die Flächenhelligkeiten der Bildvorlage den Bildelementen 4 zugeordnet. In der Darstellung der Figur 1 unterscheiden sich die Grundfläche 7, der Pfeil 9 und die in verschiedenen Rastern gehaltenen, sichtbaren Flächen des Bands 8 wie in der Bildvorlage durch ihre Flächenhelligkeiten. Der Beobachter erkennt auf dem Sicherheitselement 1 wenigstens das Halbtonebild 2 der Bildvorlage in 25 verschiedenen Flächenhelligkeitsabstufungen. Wegen der relativ grossen Bildelemente 4 ist das Sicherheitselement 1 aus einer minimalen Betrachtungsdistanz von etwa 0.3 m oder mehr zu betrachten, um das Halbtonebild 2 gut zu erkennen. Aus einer Lesedistanz von weniger als 30 cm sind die vorbestimmten Bildelementmuster 6 für den Beobachter noch von blossem Auge oder mit einer einfachen Lupe zu erkennen. Beispielsweise ist in der Zeichnung der 30 Figur 1 das Bildelementmuster 6 ein Stern. In anderen Ausführungen des Sicherheitselement 1 unterscheiden sich die benachbarten Bildelementmuster 6. Aus der

Lesedistanz < 30 cm stört das grobe Raster der Bildelementmuster 6 das Erkennen des Halbtongrundbildes 2.

In einer Ausführung des Halbtongrundbildes 2 sind die Bildelementmuster 6 in allen Bildelementen 4 ähnlich. Im gezeigten Beispiel der Figur 1 sind im Ausschnitt 3 die sternförmigen Bildelementmuster 6 in den Bildelementen 4 in Partien mit niedriger Flächenhelligkeit, hier für die Grundfläche 7, klein dargestellt. Der Flächenanteile der Bildelementmuster 6 sind in den Bildelementen 4 entsprechend grösser, wenn z.B. die Partien des Bands 8 mit den sich von der Grundfläche 7 unterscheidenden, abgestuften höheren Flächenhelligkeiten darzustellen sind. Sowohl die Flächen der Hintergrundfelder 5 und der Bildelementmuster 6 weisen beispielsweise allgemeine, diffraktive Oberflächenstrukturen mit einer Reflexionsschicht auf. Die Hintergrundfelder 5 unterscheiden sich von den Bildelementmustern 6 in wenigstens einem Strukturparameter der Oberflächenstruktur, wie z.B. Azimut, Spatialfrequenz, Profilform, Profiltiefe, Furchenkrümmung usw. oder darin, dass die Flächen der Hintergrundfelder 5 oder der Bildelementmuster 6 transparent, z.B. infolge einem lokalen Entfernen der Reflexionsschicht, oder mittels einer Farbschicht (z.B. weiss oder schwarz) bedeckt sind. Die Flächen der Hintergrundfelder 5 unterscheiden sich somit von den Flächen der Bildelementmuster 6 durch die Licht modifizierende Wirkung ihrer Oberflächenstrukturen. In einer Ausführung des Halbtongrundbildes 2 weisen die Oberflächenstrukturen in den Flächen der Hintergrundfelder 5 und/oder der Bildelementmuster 6 zusätzliche, von den Koordinaten (x; y) abhängige Strukturparameter auf.

Neben diesem einfachen Beispiel des Halbtongrundbildes 2 sind insbesondere Darstellungen (z.B. Portraits) von bekannten Persönlichkeiten für die Halbtongrundbilder 2 geeignet, wobei mit Vorteil die Bildelementmuster 6 einen Bezug zur dargestellten Persönlichkeit aufweisen, z.B. Lettern eines fortlaufenden von der Persönlichkeit verfassten Textes und/oder eine komponierten Melodie in Notenschrift.

In der Figur 2 enthalten die Bildelemente 4 je ein Bildelementmuster 6 in Gestalt einer einzelnen Letter auf dem Hintergrund des Hintergrundfelds 5. Die Bildelemente 4 sind derart aneinander gereiht, dass die Lettern in den Bildelementmustern 6 die dem Text entsprechende Reihenfolge aufweisen. Die durch das Halbtongrundbild 2 vorbestimmten Flächenanteile der Lettern im Feld des Bildelements 4 werden durch Verändern der Dicke

und/oder der Schriftgrösse der Lettern erreicht. Die Dicke ändert sich kontinuierlich oder in Stufen innerhalb einer Letter, wenn dies eine bessere Auflösung des Halbtonbilds 2 ergibt. In der Zeichnung der Figur 2 ist dies bei den Lettern S und E, U gezeigt. Die Abmessungen der Bildelemente 4 mit Lettern werden entsprechend klein gehalten, damit die Lettern aus der 5 Nähe, d.h. in der normalen Lesedistanz, betrachtet gelesen werden können, jedoch nicht mehr aus der oben genannten Betrachtungsdistanz. In einer anderen Ausführung sind die Bildelemente 4 mikroskopisch klein, wobei die Lettern bzw. die Notenschrift nur durch ein Mikroskop hindurch erkennbar sind. Ein nur bei einer wenigstens 20-fachen Vergrösserung erkennbarer Text wird nachstehend "Nanotext" genannt. Die Darstellung in der Figur 2 ist 10 eine Vereinfachung und zeigt nicht die den Lettern angepasste Abmessung der Bildelemente 4, beispielsweise bei Lettern einer Proportionalschrift oder den Nanotext im Bildelement 4 mit einer länglichen Rechteckform mit fortlaufenden, z.B. handschriftlichen Texten.

Die Figur 3 zeigt einen typischen Querschnitt durch das Sicherheitselement 1. Das Sicherheitselement 1 ist ein das Halbtonbild 2 (Fig. 1) enthaltender Abschnitt eines 15 Schichtverbunds 10. Der Schichtverbund 10 umfasst wenigstens eine Prägeschicht 11 und eine Schutzlackschicht 12. Beide Schichten 11 und 12 bestehen aus Kunststoff und schliessen zwischen sich eine Reflexionsschicht 13 ein. In einer anderen Ausführung überzieht zudem eine kratzfeste, zähe und transparente Schutzschicht 14 aus Polycarbonat, Polyethylenterephthalat usw. vollflächig die von der Reflexionsschicht 13 abgewandten Seite 20 der Prägeschicht 11. Wenigstens die Prägeschicht 11 und die allfällig vorhandene Schutzschicht 14 sind für einfallendes Licht 15 zumindest teilweise transparent. Die Schutzlackschicht 12 selber oder eine auf der von der Reflexionsschicht 13 abgewandten Seite der Schutzlackschicht 12 angeordnete, optionale Klebeschicht 16 ist zum Verbinden 25 des Sicherheitselements 1 mit einem Substrat 17 ausgebildet. Das Substrat 17 ist ein mit dem Sicherheitselement 1 zu beglaubigender, wertvoller Gegenstand, ein Dokument, eine Banknote usw. Weitere Ausführungen des Schichtverbunds 10 sind z.B. in der eingangs erwähnten US 4'856'857 beschrieben. In diesem Dokument sind die für den Aufbau des Schichtverbunds 10 und die für die Reflexionsschicht 13 geeigneten Materialien zusammengestellt. Die Reflexionsschicht 13 ist als dünne Schicht eines Metalls aus der 30 Gruppe Aluminium, Silber, Gold, Chrom, Kupfer, Nickel, Tellur usw. ausgeführt oder ist durch eine dünne Schicht aus einem anorganischen Dielektrikum, wie z.B. MgF<sub>2</sub>, ZnS, ZnSe, TiO<sub>2</sub>, SiO<sub>2</sub> usw., gebildet. Die Reflexionsschicht 13 kann auch mehrere Lagen verschiedener

anorganischer Dielektrika oder eine Kombination von metallischen und dielektrischen Schichten umfassen. Die Schichtdicke der Reflexionsschicht 13 und die Wahl des Materials der Reflexionsschicht 13 richten sich danach, ob das Sicherheitselement 1 rein reflektierend, wie oben erwähnt nur in Flächenteilen transparent, d.h. teiltransparent, oder transparent mit 5 einem vorbestimmten Grad von Transparenz ist. Insbesondere eignen sich Reflexions- schichten 13 aus Tellur zur Individualisierung des einzelnen Sicherheitselements 1, da die reflektierende Tellurschicht bei Einwirkung eines feinen Laserstrahl durch die Kunststoffschichten des Schichtverbunds 10 hindurch am Ort der Bestrahlung transparent wird und ein Fenster 46 entsteht, ohne dass der Schichtverbund 10 beschädigt wird. Die so 10 eingebrochenen, transparenten Fenster 46 bilden z.B. einen individuellen Kode. In gleicher Weise ist die Reflexionsschicht 13 in den Flächen der Hintergrundfelder 5 bzw. der Bildelementmuster 6 entfernt, falls ein individuelles Halbtonbild 2 herzustellen ist.

Die Reflexionsschicht 13 im Bereich des Halbtonbilds 2 weist die mikroskopisch feinen, das einfallende Licht 15 beugenden Oberflächenstrukturen auf. Die Flächen der 15 Hintergrundfelder 5 sind mit einer ersten Struktur 18 belegt und in die Flächen der Bildelementmuster 6 ist eine zweite Struktur 19 abgeformt. Für diese Strukturen 18, 19 sind die diffraktiven Oberflächenstrukturen verwendet, die aus einer aus Beugungsgittern, Hologrammen, Mattstrukturen, Kinoforms, Mottenaugenstrukturen und spiegelnden Flächen gebildeten Gruppe ausgewählt sind. Die spiegelnden Flächen umfassen ebene, achromatisch 20 reflektierende Spiegelflächen und wie ein farbiger Spiegel wirkende Beugungsgitter. Diese farbig reflektierenden Beugungsgitter weisen die Form eines linearen Gitters oder Kreuzgitters auf und besitzen Spatialfrequenzen  $f$  von mehr als 2300 Linien/mm und 25 reflektieren von ihrer optisch wirksamen Strukturtiefe  $T$  abhängig selektiv Farbanteile des einfallenden Lichts nach dem Reflexionsgesetz. Unterschreitet die optisch wirksame Strukturtiefe  $T$  einen Wert von etwa 50 nm wird das einfallende Licht praktisch 30 achromatisch reflektiert. Die zu der Oberfläche des Schichtverbunds 10 parallele, ebene Spiegelfläche ist als singuläre Reliefstruktur auch dieser Gruppe der mikroskopisch feinen Oberflächenstrukturen zuzuordnen, wobei die ebene, achromatisch reflektierende Spiegelfläche durch die Spatialfrequenz  $f = \infty$  bzw. 0 und die Strukturtiefe  $T = 0$  charakterisiert ist. Die Kinoforms sind in den eingangs erwähnten Dokumenten DE-OS 1 957 475 und CH 653 782 beschrieben.

Beispielsweise erstreckt sich eine der oben genannten Oberflächenstrukturen als Hintergrundfeld 5 über die ganze für das Halbtonbild 2 vorgesehene Fläche. Die Flächen der Bildelementmuster 6 sind nachträglich mit der vorbestimmten Farbe abgedeckt. Der Farbauftrag 45 erfolgt auf den Flächen der Bildelementmuster 6 mittels

5 Tintenstrahldrucktechnik oder Tiefdruck, z.B. auf die freie Oberfläche des Schichtverbunds 10. Bereits diese einfachste Ausführung des Sicherheitselements 1 weist den Vorteil auf, dass sich eine mit einem Kopierapparat erzeugte Kopie des Sicherheitselements 1 deutlich vom Original unterscheidet. In einer anderen Ausführung befindet sich der Farbauftrag 45 in den Flächen der Hintergrundfelder 5 bzw. der Bildelementmuster 6 direkt zwischen der

10 Prägeschicht 11 und der Reflexionsschicht 13. In Gegensatz zur Zeichnung der Figur 3 erstreckt sich der Farbauftrag 45 über die ganze Fläche des Hintergrundfelds 5 bzw. des Bildelementmusters 6. Ebenso weisen die durch das oben genannte Entfernen der Reflexionsschicht 13 entstandenen Fenster 46 die ganze Fläche des Hintergrundfelds 5 bzw. des Bildelementmusters 6 auf.

15 Beispielhaft besitzt die Reflexionsschicht 13 in den Hintergrundfeldern 5 als erste Struktur 18 eine spiegelnde Fläche, die entweder als ebene Spiegelfläche oder als wie ein farbiger Spiegel wirkendes Beugungsgitter ausgebildet ist. Bei einer Beleuchtung mit Tageslicht bzw. mit polychromatischem Kunstlicht trifft das einfallende Licht 15 unter einem Einfallswinkel  $\alpha$  auf den Schichtverbund 10, wobei der Einfallswinkel  $\alpha$  zwischen der 20 Richtung des einfallenden Lichts 15 und einer Normalen 20 zur Oberfläche des Schichtverbunds 10 gemessen ist. An der ersten Struktur 18 reflektiertes Licht 21 verlässt den Schichtverbund 10 unter einem zur Normalen 20 gemessenen Ausfallwinkel  $\beta$ , der nach dem Reflexionsgesetz gleich dem Einfallswinkel  $\alpha$  ist. Nur wenn der Beobachter in einem engen Raumwinkel direkt in das reflektierte Licht 21 schaut, ergeben die Hintergrundfelder 5 zusammen einen hellen Eindruck, wobei die ebenen Spiegel das Tageslicht unverändert (d.h. 25 achromatisch) reflektieren, während die Beugungsgitter mit einer Spatialfrequenz  $f$  von mehr als 2300 Linien/mm eine für sie typische Mischfarbe reflektieren. In den anderen Richtungen des Halbraums über dem Schichtverbund 10 sind die Hintergrundfelder 5 praktisch schwarz.

Für die erste Struktur 18 eignet sich daher insbesondere auch ein das einfallende Licht 30 15 absorbierendes Relief, das unter dem Begriff "Mottenaugenstruktur" bekannt ist und dessen regelmässig angeordnete, stiftförmige Reliefstrukturelemente rund 200 nm bis 500 nm hoch über einer Grundfläche des Reliefs vorstehen. Die Reliefstrukturelemente sind

400 nm oder weniger voneinander beabstandet. Die Flächen mit solchen Mottenaugenstrukturen reflektieren weniger als 2 % des aus irgendeiner Richtung einfallenden Lichts 15 und sind für den Beobachter schwarz.

In den Bildelementmustern 6 ist die zweite Struktur 19 abgeformt, die das einfallende  
5 Licht 15 im wesentlichen ausserhalb der Richtung des reflektierten Lichts 21 ablenkt. Die mikroskopisch feinen Reliefs der linearen Beugungsgitter mit einer Spatialfrequenz f aus dem Bereich von 100 Linien/mm bis 2300 Linien/mm erfüllen diese Bedingung. Für achromatische Beugungsgitter ist die Spatialfrequenz f aus dem Bereich der Werte von f = 100 Linien/mm bis f = 250 Linien/mm gewählt. Das einfallende Licht 15 in Farben  
10 zerlegende Beugungsgitter weist bevorzugte Werte der Spatialfrequenz f aus dem Bereich zwischen f = 500 Linien/mm und f = 2000 Linien/mm auf. Die Orientierung des Gittervektors k (Fig. 1) ist bezüglich der Koordinatenachse x (Fig. 1) durch den Azimut  $\theta$  (Fig. 1) festgelegt. Ein Sonderfall der linearen Beugungsgitter bilden diejenigen, deren Furchen mäandern, jedoch derart, dass die mäandernden Furchen im Mittel einer Geraden  
15 folgen. Diese Beugungsgitter weisen einen grösseren Bereich im Azimut auf, bei denen sie für den Beobachter sichtbar sind.

An der zweiten Struktur 19 wird das einfallende Licht 15 gebeugt und als Lichtwellen  
22, 23 in die minus erste Beugungsordnung und als Lichtwellen 24, 25 in die plus erste  
Beugungsordnung entsprechend seiner Wellenlänge aus der Richtung des reflektierten Lichts  
20 21 abgelenkt, wobei die blauvioletten Lichtwellen 23, 24 um den minimalen Beugungswinkel  $\pm \varepsilon$  aus der Richtung des reflektierten Lichts 21 weggebeugt sind. Die Lichtwellen 22, 25 mit grösseren Wellenlängen werden um entsprechend grössere Beugungswinkel abgelenkt.

Das einfallende Licht 15 und die Normale 20 bestimmen eine Beobachtungsebene, die  
25 in der Darstellung der Figur 3 mit der Zeichnungsebene zusammenfällt und zur Koordinatenachse y parallel ist. Die Blickrichtung des Beobachters liegt in der Beobachtungsebene und das Auge des Beobachters empfängt das reflektierte Licht 21 der spiegelnden Hintergrundfelder 5, wenn die Blickrichtung und die Normale 20 den Ausfallwinkel  $\beta$  einschliessen.

30 Die Beugungsgitter wirken optimal, wenn ihr Gittervektor  $k$  parallel zur Beobachtungsebene ausgerichtet ist, die in diesem Fall mit der Beugungsebene identisch ist.

In diesem Fall liegen die gebeugten Lichtstrahlen 21 bis 24 in der Beobachtungsebene und erzeugen, entsprechend der Blickrichtung, einen vorbestimmten Farbeindruck im Auge des Beobachters. Falls der Gittervektor  $k$  nicht in der Beobachtungsebene liegt, d.h. nicht innerhalb eines Betrachtungswinkels von etwa  $\pm 10^\circ$  zur Beobachtungsebene, oder die

5 Lichtstrahlen 21 bis 24 nicht in der Blickrichtung sind, nimmt der Beobachter die Fläche des Beugungsgitters bzw. des Bildelementmusters 6 wegen des wenigen, an der zweiten Struktur 19 gestreuten Lichts als dunkelgraue Fläche wahr. Bei geschickter Wahl der Strukturparameter in Relation zum Inhalt des Halbtönibilds 2 sind daher auch eines der Beugungsgitter als erste Strukturen 18 der Hintergrundfelder 5 verwendbar. Andererseits

10 bewirkt eine Überlagerung des Beugungsgitters mit einer der nachstehend beschriebenen Mattstrukturen eine Vergrösserung des Betrachtungswinkels des Bildelementmusters 6.

In der Zeichnung der Figur 3 ist das Profil der zweiten Struktur 19 beispielhaft mit einem symmetrischen Sägezahnprofil eines periodischen Gitters dargestellt. Für die Strukturen 18, 19 eignen sich insbesondere auch eines der anderen bekannten Profile, wie

15 z.B. asymmetrische Sägezahnprofile, rechteckförmige Profile, sinusförmige und sinusähnliche Profile usw., die ein periodisches Gitter mit geraden, mäandernden oder anderweitig gekrümmten oder kreisförmigen Furchen bilden. Da das Material der Prägeschicht 11 mit einem Brechungsindex  $n$  von rund 1,5 die Strukturen 18, 19 verfüllt,

20 beträgt die optische wirksame Strukturtiefe  $T$  das  $n$ -fache der abgeformten geometrischen Strukturtiefe. Die optisch wirksame Strukturtiefe  $T$  der für die Strukturen 18, 19 eingesetzten, periodischen Gitter liegt im Bereich von 80 nm bis 10  $\mu\text{m}$ , wobei aus technischen Gründen die Reliefstruktur mit einer grossen Strukturtiefe  $T$  einen niederen Wert der Spatialfrequenz  $f$  aufweist.

Muss die zweite Struktur 19 der Bildelementmuster 6 das einfallende Licht 15 in einen grossen Raumwinkelbereich des Halbraums über dem Schichtverbund 10 ablenken, eignen sich mit Vorteil eine Mattstruktur, z.B. eine Kinoform, eine isotrope oder eine anisotrope Mattstruktur usw. Die Bildelementmuster 6 sind aus allen Blickrichtungen innerhalb des durch die Mattstruktur bestimmten Raumwinkels als helle Fläche sichtbar. Die Reliefstrukturelemente dieser mikroskopisch feinen Reliefs sind nicht wie im Beugungsgitter regelmässig angeordnet. Die Beschreibung der Mattstruktur erfolgt mit statistischen Kenngrössen, wie z.B. Mittenrauhwert  $R_a$ , Korrelationslänge  $I_c$  usw. Die mikroskopisch feinen Reliefstrukturelemente der für das Sicherheitselement 1 geeigneten Mattstrukturen

weisen Werte für den Mittenrauhwert  $R_a$  auf, die im Bereich 20 nm bis 2'500 nm liegen. Vorzugswerte sind zwischen 50 nm und 1'000 nm. Wenigstens in einer Richtung besitzt die Korrelationslänge  $I_c$  Werte im Bereich von 200 nm bis 50'000 nm, vorzugsweise zwischen 1'000 nm bis 10'000 nm. Die Mattstruktur ist isotrop, wenn mikroskopisch feinen  
5 Reliefstrukturelemente keine azimutale Vorzugsrichtung aufweisen, weshalb das gestreute Licht mit einer Intensität, die grösser als ein z.B. durch die visuelle Erkennbarkeit vorbestimmter Grenzwert ist, in einem durch das Streuvermögen der Mattstruktur vorbestimmten Raumwinkel in allen azimutalen Richtungen gleichmässig verteilt ist. Der Raumwinkel ist ein Kegel, dessen Spitze auf dem durch das einfallende Licht 15  
10 beleuchteten Teil des Schichtverbunds 10 steht und dessen Achse mit der Richtung des reflektierten Lichts 21 zusammenfällt. Stark streuende Mattstrukturen verteilen das gestreute Licht in einen grösseren Raumwinkel als eine schwach streuende Mattstruktur. Weisen hingegen die mikroskopisch feinen Reliefstrukturelemente im Azimut eine bevorzugte  
15 Richtung auf, liegt eine anisotrope Mattstruktur vor, die das einfallende Licht 15 anisotrop streut, wobei der durch das Streuvermögen der anisotropen Mattstruktur vorbestimmte Raumwinkel als Querschnitt eine Ellipsenform besitzt, deren grosse Hauptachse senkrecht zur bevorzugten Richtung der Reliefstrukturelemente ausgerichtet ist. Im Gegensatz zu den nicht achromatischen Beugungsgittern streuen die Mattstrukturen das einfallende Licht 15 achromatisch, d.h. unabhängig von dessen Wellenlänge, so dass die Farbe des gestreuten  
20 Lichts im wesentlichen derjenigen des auf die Mattstrukturen einfallenden Lichts 15 entspricht. Für den Beobachter weist die Fläche der Mattstruktur bei Tageslicht eine grosse Flächenhelligkeit auf und ist, wie ein Blatt weisses Papier, praktisch unabhängig von der azimutalen Ausrichtung der Mattstruktur sichtbar.

Die Figur 4 zeigt einen beispielhaften Querschnitt durch eine der Mattstrukturen, die  
25 als zweite Struktur 19 zwischen der Prägeschicht 11 und der Schutzlackschicht 12 eingeschlossen ist. Der Strukturtiefe  $T$  (Fig. 3) der Beugungsgitter entsprechend weist das Profil der Mattstruktur den Mittenrauhwert  $R_a$  auf, jedoch treten zwischen den mikroskopisch feinen Reliefstrukturelementen der Mattstruktur grösste Höhenunterschiede  $H$  bis zu etwa dem 10-fachen des Mittenrauhwerts  $R_a$  auf. Die für das Abformen wichtigen  
30 Höhenunterschiede  $H$  der Mattstruktur entsprechen somit der Strukturtiefe  $T$  bei den periodischen Beugungsgittern. Die Werte der Höhenunterschiede  $H$  der Mattstrukturen liegen im oben genannten Bereich der Strukturtiefe  $T$ .

Eine spezielle Ausführung der Mattstruktur ist mit einem "schwach wirkenden Beugungsgitter" überlagert. Das schwach wirkende Beugungsgitter weist wegen der geringen Strukturtiefe T zwischen 60 nm und 70 nm eine niedere Beugungseffizienz auf. Eine Spatialfrequenz im Bereich von  $f = 800$  Linien/mm bis 1000 nm Linien/mm ist für diese 5 Anwendung bevorzugt.

Für die Bildelementmuster 6 sind auch zirkuläre Beugungsgitter mit einer Periode von 0.5  $\mu\text{m}$  bis 3  $\mu\text{m}$  und mit spiralförmigen oder kreisförmigen Furchen einsetzbar. Die den Betrachtungswinkel vergrössernden diffraktiven Strukturen werden im Folgenden unter dem Begriff "diffraktiver Streuer" zusammengefasst. Unter dem Begriff "diffraktiver Streuer" ist 10 somit eine Struktur aus Gruppe der isotropen und anisotropen Mattstrukturen, der Kinoforms, der Beugungsgitter mit kreisförmigen Furchen im Furchenabstand von 0.5  $\mu\text{m}$  bis 3  $\mu\text{m}$  und der mit einem schwach wirkenden Beugungsgitter überlagerten Mattstrukturen zu verstehen

Zurück zur Figur 3: In einer ersten Ausführung ist das Halbtonbild 2 (Fig. 1) statisch, 15 d.h. in einem weiten Bereich der räumlichen Orientierung unter einer üblichen Beobachtungsbedingung in der genannten Betrachtungsdistanz und bei Beleuchtung mit weissem einfallenden Licht 15 verändert sich das Halbtonbild 2 nicht. Erst bei einer genaueren Inspektion bemerkt der Beobachter, dass das Halbtonbild in die Bildelemente 4 (Fig. 1) eingeteilt ist und die Bildelementmuster 6 vorbestimmte Formen aufweisen. Die 20 erste Struktur 18 im Hintergrundfeld 5 reflektiert oder absorbiert das einfallende Licht 15. Die zweite Struktur 19 der Bildelementmuster 6 ist eine der diffraktiven Streuer. Die zweite Struktur 19 streut oder beugt das einfallende Licht 15 derart, dass das Bildelementmuster 6 in einem grossen, vom diffraktiven Streuer vorbestimmen Raumwinkel sichtbar ist. Bei einer Beleuchtung des Sicherheitselement 1 mit weissem Licht 15 erblickt der Beobachter das in 25 der genannten Betrachtungsdistanz angeordnete Halbtonbild 2 in einer Grauabstufung, da der Beobachter die Bildelemente 4 mit einem grossen Flächenanteil des Bildelementmusters 6 in einer grossen Flächenhelligkeit und die Bildelemente 4 mit einem kleineren Flächenanteil des Bildelementmusters 6 in einer geringeren Flächenhelligkeit wahrnimmt. Die Sichtbarkeit des Halbtonbilds 2 verhält sich weitgehend wie ein auf Papier in Schwarzweiss gedrucktes 30 Halbtonbild. Jedoch ist das Halbtonbild 2 schlecht oder nicht erkennbar oder es kann auch eine Kontrastumkehr des Halbtonbildes auftreten, wenn die Blickrichtung ausserhalb des Raumwinkels des gestreuten oder gebeugten Lichts ist. Falls die ersten Strukturen 18 eine

spiegelnde Eigenschaft aufweisen, schlägt der Kontrast auch um, wenn das Sicherheitselement 1 genau so orientiert ist, dass das Halbtonbild 2 genau entgegen der Richtung des reflektierten Lichts 21 betrachtet wird. Die vor dem Kippen des Sicherheitselementes 1 hellen Bildelemente 4 sind nun dunkler als die vorher dunklen 5 Bildelemente 4, die jetzt im reflektierten Licht 21 viel heller sind, und umgekehrt. Das Kippen des Sicherheitselementes 1 erfolgt um eine Achse senkrecht zur Beobachtungsebene und parallel zur Ebene des Sicherheitselementes 1.

Bevorzugt werden für die Darstellung des Halbtonbilds 2 die in der Tabelle 1 zusammengestellten Kombinationen der ersten und zweiten Strukturen 18, 19.

In einer zweiten Ausführung sind die Strukturen 18, 19 derart gewählt, dass der Kontrast im Halbtonbild 2 umschlägt, wenn das Sicherheitselement 1 um eine Achse parallel zur Normalen 20 um einen Drehwinkel in seiner Ebene gedreht oder gekippt wird. Der Kontrastumschlag ist daher leichter zu beobachten im Vergleich zur ersten Ausführung des Sicherheitselementes 1. Die erste Struktur 18 in den Hintergrundfeldern 5 ist z.B. ein lineares Beugungsgitter, dessen Gittervektor  $k$  den Azimut  $\theta = 0^\circ$  (Fig. 1), d.h. in Richtung der Koordinatenachse  $x$ , besitzt. Die Bildelementmuster 6 sind mit einem der diffraktiven Streuer belegt. Der Beobachter dreht das Sicherheitselement 1 um die Normale 20 und erblickt das in der Betrachtungsdistanz von 50 cm oder mehr angeordnete Halbtonbild 2 in der Grauabstufung, ausser wenn der Gittervektor  $k$  der ersten Struktur 18 praktisch parallel 15 zur Beobachtungsebene ausgerichtet ist und die Blickrichtung des Beobachters in Richtung einer der Lichtstrahlen 21 bis 25 gerichtet ist. Beim Kippen des so ausgerichteten Sicherheitselementes 1 um eine zur Koordinatenachse  $x$  parallele Achse ändert das Halbtonbild 2 in Kontrastumkehr seine Farbe entsprechend dem in das Auge des Beobachters abgelenkten gebeugten Lichtstrahls 22 bis 25. In den Winkelbereichen, die nicht von den 20 gebeugten Lichtstrahlen 22 bis 25 einer Beugungsordnung eingenommen werden, ist das Halbtonbild 2 wiederum in der Grauabstufung erkennbar.

In einer dritten Ausführung des Sicherheitselementes 1 weisen beide Felder, die Hintergrundfelder 5 und die Bildelementmuster 6, die Strukturen 18, 19 der das einfallende Licht 15 in Farben zerlegenden Beugungsgitter auf, die sich nur im Azimut  $\theta$  der 25 Gittervektoren  $k$  unterscheiden. Der Gittervektor  $k$  ist für die Beugungsgitter der Bildelementmuster 6 parallel zur Koordinatenachse  $y$  ausgerichtet, also mit dem Azimut

$\theta = 90^\circ$  bzw.  $270^\circ$ . Der Gittervektor  $k$  für die Beugungsgitter der Hintergrundfelde 5 unterscheidet sich im Azimut von den Gittervektoren  $k$  in den Bildelementmustern 6 und weist z.B. den Azimut  $\theta = 0^\circ$  bzw.  $180^\circ$  auf. Der Beobachter mit der Blickrichtung parallel zur Beugungsebene, die die Koordinatenachse  $y$  und den Gittervektor  $k$  der ersten Strukturen 18 enthält, erblickt in der oben genannten Betrachtungsdistanz das Halbtonbild 2 in einer der Beugungsfarben im Kontrast der Bildvorlage, d.h. er sieht die leuchtenden Flächen der Bildelementmuster 6 mit den zweiten Strukturen 19 heller als das Streulicht der Hintergrundfelder 5. Während der Drehung des Schichtverbunds 10 in seiner Ebene, verschwindet der Kontrast im Halbtonbild 2, um beim Drehwinkel  $\alpha$  von  $90^\circ$  bzw.  $270^\circ$  sich wieder auszubilden, da die Gittervektoren  $k$  der ersten Struktur 18 in den Hintergrundfeldern 5 parallel zur Beobachtungsebene ausgerichtet sind und daher die Hintergrundfelder 5 jetzt aufleuchten. Das Halbtonbild 2 ist für den Beobachter im invertierten Kontrast und in der gleichen Farbe sichtbar. Unterscheiden sich zudem die Spatialfrequenzen  $f$  der ersten und zweiten Struktur 18, 19, z.B. um 15 bis 25 %, wechselt beim Drehen nicht nur der Kontrast sondern auch die Farbe im Halbtonbild 2. Bei Blickwinkeln ausserhalb der gebeugten Lichtstrahlen 22, 23 und 24, 25 der Beugungsordnungen ist das Halbtonbild 2 mangels Kontrast nicht erkennbar.

Sind die Spatialfrequenzen  $f$  der ersten und/oder der zweiten Strukturen 18, 19 ortsabhängig gewählt, zeigt das Halbtonbild 2 ein farbiges Bild, das bei einem vorbestimmten Kippwinkel beispielsweise den Farben der Bildvorlage entspricht.

In einer modifizierten zweiten und dritten Ausführung der Figur 1 weisen die ersten Strukturen 18 (Fig. 3) der Hintergrundfelder 5 unterschiedliche Richtungen der Gittervektoren  $k$  auf, weisen also Azimute  $\theta$  im Bereich von  $-80^\circ \leq \theta \leq 80^\circ$  auf, so dass während der Drehung des Schichtverbunds 10 in diesem Azimutbereich im dunklen kontrastlosen Bild des Sicherheitselements 1 die Flächen derjenigen Strukturen 18 farbig aufleuchten, deren Gittervektor  $k$  gerade parallel zur Beobachtungsebene liegen.

In einer anderen, bevorzugten Ausführung der Figur 1 sind in den Hintergrundfeldern 5 die linearen Beugungsgitter so abgeformt, dass die Beugungsgitter mit parallel gerichteten Gittervektoren  $k$  in Reihen der Bildelemente 4 angeordnet sind. Die Azimute  $\theta$  der Gittervektoren  $k$  der einen Reihe unterscheiden sich aber von den Azimuten  $\theta$  der Gittervektoren  $k$  der Hintergrundfelder 5 in den beiden benachbarten Reihen der

Bildelemente 4. Beispielsweise sind drei Reihen A, B, C mit vorgegebenen Azimutwerten angeordnet. Keine Gittervektoren k der Hintergrundfelder 5 sind wie bei den Gittervektoren k der Bildelementmuster 6 parallel zur Koordinatenachse y ausgerichtet. Der Beobachter erblickt daher das Halbtonbild 2 im richtigen Kontrast, wenn die Koordinatenachse y des 5 Halbtonbilds 2 in der Beobachtungsebene ist. Die Bildelementmuster 6 sind hell und die Hintergrundfeldern 5 dunkel. Beim Drehen um die Normale 20 (Fig. 3) verändert das Sicherheitselement 1 sein Aussehen, wenn der Schichtverbund 10 (Fig. 3) unter den gleichen Beleuchtungs- und Beobachtungsbedingungen wie in der Figur 1 betrachtet wird. Das 10 Halbtonbild 2 wird zum dunklen kontrastlosen Bild, wobei in den Reihen A, B, C die Hintergrundflächen 5 farbig aufleuchten, deren Gittervektor k gerade parallel zur Beobachtungsebene liegen.

Die Figur 5 zeigt den Ausschnitt 3 aus der Figur 1 nach einer Drehung um den Drehwinkel  $\delta$ . In der genannten Betrachtungsdistanz erscheint das Halbtonbild 2 (Fig. 1) als dunkle, kontrastlose Fläche, auf der hell leuchtende Streifen angeordnet sind, die von den A-Reihen 26 der Bildelemente 4 (Fig. 1) mit den Hintergrundfeldern 5 gebildet werden, deren 15 Gittervektoren k (Fig. 1) beim Drehwinkel  $\delta$  parallel zur Spur 27 der Beobachtungsebene auf der Ebene des Schichtverbunds 10 ausgerichtet sind.

Die Figur 6 zeigt, dass beim Drehwinkel  $\delta_1$  hingegen die Hintergrundfelder 5 von B-Reihen 28 aufleuchten, sobald die Gittervektoren k (Fig. 1) der Hintergrundfelder 5 in den 20 B-Reihen 28 parallel zur Spur 27 ausgerichtet sind. Die Hintergrundfelder 5 der A-Reihen 26 bilden nun einen Teil der kontrastlosen dunklen Fläche des Sicherheitselements 1 (Fig. 1), da die Gittervektoren k der A-Reihen 26 aus der Beobachtungsebene herausgedreht sind. Aus dem gleichen Grund sind in der Figur 7 beim Drehwinkel  $\delta_2$  die Hintergrundfelder 5 von C-Reihen 29 hell und die der andern Reihen 26, 28 dunkel. Mit anderen Worten, sind die 25 Reihen 26, 28, 29 in der Reihenfolge ABC ..., ABC ... usw. zyklisch repetierend auf dem Sicherheitselement 1 (Fig. 1) angeordnet, wandern beim Drehen des Sicherheitselements 1 helle, von der Spatialfrequenz f der in den Hintergrundfeldern 5 eingesetzten ersten Strukturen 18 (Fig. 3) abhängige, farbige Streifen über die Fläche des Sicherheitselements 1 (Fig. 1), bis beim Drehwinkel  $\delta = 180^\circ$  bzw.  $0^\circ$  das Halbtonbild 2 ohne farbige Streifen 30 wieder sichtbar wird, da die Koordinatenachse y und die Gittervektoren k (Fig. 1) der

zweiten Strukturen 19 (Fig. 3) in den Bildelementmustern 6 parallel zur Spur 27 ausgerichtet sind.

Ist die zweite Struktur 19 einer der diffraktiven Streuer, ist das Halbtonbild 2 im wesentlichen unabhängig vom Drehwinkel  $\delta$  sichtbar, wobei beim Drehen des  
5 Sicherheitselements 1 die farbigen Streifen der Reihen 26, 28, 29 über das Halbtonbild 2 zu wandern scheinen.

Unterhalb der Lesedistanz betrachtet, sind die Reihen 26, 28, 29 der Bildelemente 4 aufgelöst und die Hintergrundfelder 5 bzw. die Bildelementmuster 6 (Fig. 1) unter den gleichen Bedingungen wie oben erkennbar.

10 In der Figur 8 weist das Halbtonmuster 2 eine flaggenartige Einteilung auf, bei der auf der Grundfläche 7 ein durch Grenzlinien 30 begrenztes Band 8 angeordnet ist. Die im vergrösserten Ausschnitt 3 sichtbaren Bildelemente 4 weisen einen grösseren Flächenanteil der Bildelementmuster 6 für das Band 8 als für die Grundfläche 7 auf. Die Flächen der Bildelementmuster 6 sind mit einem der diffraktiven Streuer und die Flächen der Hintergrundfelder 5 mit einer der Beugungsstrukturen belegt. Die Hintergrundfelder 5, deren erste Strukturen 18 (Fig. 3) die gleiche Spatialfrequenz f und die zueinander parallel  
15 ausgerichteten Gittervektoren k (Fig. 1), d.h. den gleichen Azimut  $\theta \neq 90^\circ$  bzw.  $270^\circ$  (Fig. 1), aufweisen, sind nicht in einfachen geraden Streifen 26 (Fig. 7), 28 (Fig. 7), 29 (Fig. 7) der Bildelemente 4 angeordnet, sondern derart, dass die Bildelemente 4 mit diesen  
20 Hintergrundfeldern 5 wenigstens eines unter einem vorbestimmten Betrachtungswinkel sichtbares Kleinbild 31 bilden. In der Zeichnung der Figur 8 beispielsweise stellen die Kleinbilder 31 bis 35 Kreisringsegmente dar. Die Kleinbilder 31 bis 35 sind durch die für die ersten Strukturen 18 der Hintergrundfelder 5 verwendeten Werte der Spatialfrequenz f und des Azimuts  $\theta$  (Fig. 1) der Gittervektoren k (Fig. 1) ausgezeichnet. Die Hintergrundfelder 5, die nicht für die Kleinbilder 31 bis 35 genutzt werden, weisen z.B. eine spiegelnde Fläche oder eine Mottenaugenstruktur auf. In der genannten Betrachtungsdistanz erblickt der Beobachter das Halbtonbild 2 in Grautönen unabhängig vom Drehwinkel  $\delta$  (Fig. 5). Auf der Fläche des Sicherheitselements 1 (Fig. 1) erkennt der Beobachter diejenigen Kleinbilder 31,  
25 32, 33, 34, 35, deren Gittervektoren beim Drehen des Sicherheitselements 1 zufällig in der Beobachtungsebene liegen, wobei die Farbe der sichtbaren Kleinbilder 31 bis 35 durch die  
30 Spatialfrequenz f und durch den Kippwinkel des Sicherheitselements 1 bestimmt ist.

Beispielsweise leuchten beim Drehen des Sicherheitselements 1 um die Normale 20 (Fig. 3) in einer vorbestimmten Reihenfolge eines oder mehrere der Kleinbilder 31 bis 35 auf und erzeugen einen kinematischen Eindruck, d.h. beim Drehen um die Normale 20 (Fig. 3) wandern die Orte der gerade sichtbaren Kleinbilder 31 bis 35 über die Fläche des Sicherheitselements 1. Beim Kippen um die Koordinatenachse x verändern sich die Farbe der gerade sichtbaren Kleinbilder 31 bis 35. In einer Ausführung sind eine Vielzahl dieser Kleinbilder 31 bis 35 so angeordnet, dass einige, hier mit der Bezugszahl 31 und 32 versehen, von ihnen bei einer durch den Drehwinkel  $\delta$  und den Kippwinkel bestimmten Orientierung des Sicherheitselements 1 ein vorbestimmtes Zeichen bilden, d.h. die Kleinbilder 31 bis 35 dienen mit Vorteil zur Festlegung einer vorbestimmten Orientierung des Sicherheitselements 1 im Raum.

Die Kleinbilder 31 bis 35 sind nicht nur auf einfache Zeichen beschränkt, sondern sind in einer Ausführung auf Pixel aufgebaute Bilder, wie z.B. ein stark verkleinertes Abbild des Halbtonbilds 2 oder eine graphische Darstellung aus Linien- und/oder Flächenelementen.

In einer weiteren Ausführung des Halbtonbilds 2 weisen die Hintergrundfelder 5, z.B. des Kleinbilds 31, das spiegelnde Kreuzgitter mit der Spatialfrequenz  $f \geq 2300$  Linien/mm als erste Struktur 18 auf. Das Kleinbild 31 ist für den Beobachter nur sichtbar, wenn er direkt in das reflektierte Licht 21 (Fig. 3) blickt und das Kleinbild 31 in der für diese hochfrequenten Beugungsgitter charakteristischen Mischfarbe erkennt oder, wenn er in Anbetracht der grossen Beugungswinkeln  $\varepsilon$  (Fig. 3) das Kleinbild 31 unter dem entsprechenden Kippwinkel betrachtet und das Kleinbild 31 in heller, blaugrüner Farbe auf dem dunklen Feld des Sicherheitselements 1 erblickt.

In einer anderen Ausführung weisen die Hintergrundfelder 5 mit einem das einfallende Licht 15 (Fig. 3) in Farben zerlegendes Beugungsgitter mit dem Azimut  $\theta = 0^\circ$  auf. In die Bildelementmuster 6 ist ein diffraktiver Streuer abgeformt. Das Halbtonbild 2 ist bei den Drehwinkel  $\delta = 90^\circ$  und  $270^\circ$  in Helligkeitsstufen einer Farbe mit invertiertem Kontrast und ausserhalb dieser Drehwinkel in Graustufen im Kontrast der Bildvorlage sichtbar.

In einer weiteren Ausführung weisen die Hintergrundfelder 5 als erste Struktur 18 das asymmetrische Beugungsgitter mit dem Azimut  $\theta = 0^\circ$  auf, dessen Furchen parallel zur Koordinatenachse y ausgerichtet sind. Die Bildelementmuster 6 sind mit demselben asymmetrischen Beugungsgitter belegt, jedoch ist der Gittervektor k der zweiten Struktur 19

(Fig. 3) entgegengesetzt zum Gittervektor  $k$  der ersten Struktur 18 ausgerichtet, d.h. der Wert des Azimut  $\theta = 180^\circ$ . Das Halbtonbild 2 ist nur bei den Drehwinkel  $\delta = 0^\circ$  und  $180^\circ$  in einer von der Spatialfrequenz  $f$  und der Beobachtungsbedingung abhängigen Farbe bzw. bei achromatischen asymmetrischen Beugungsgitter in der Farbe des einfallenden Lichts 15 (Fig. 5 3) sichtbar, wobei sich nach einer Drehung von  $180^\circ$  der Kontrast des Halbtonbilds 2 jeweils umkehrt. Ausserhalb dieser beiden Drehwinkel verschwindet der Kontrast im Halbtonbild 2.

In der Tabelle 2 sind die Kombinationen von diffraktiven Strukturen für die Hintergrundfelder 5 und die Bildelementmuster 6 aufgeführt, bei denen eine Kontrastumkehr oder Kontrastverlust mit Farbeffekten bei vorbestimmten Drehwinkelwerten  $\delta$  auftritt.

10 Die Figur 9 zeigt eine weitere Ausführung der Bildelemente 4. Das Bildelementmuster 6 ist bandförmig und weist den Umriss eines Musters, hier in Gestalt eines Sterns, auf. Das Hintergrundfeld 5 spaltet sich in wenigstens zwei Flächenteile auf, wenn das bandförmige Bildelementmuster 6 in sich geschlossen ist. Die Breite des Bildelementmusters 6 bestimmt den Flächenanteil des Bildelementmusters 6 im Bildelement 4. Damit das Halbtonbild 2 (Fig. 15 8) durch eine zu regelmässige Anordnung der Bildelemente 4 bzw. der Hintergrundfelder 5 keine ungewollte Modulation der Helligkeit aufweist, unterscheiden sich die Bildelementmuster 6 der benachbarten Bildelemente 4 z.B. durch ihre Orientierung in Bezug auf das Koordinatensystem x, y. In der Beobachtungsdistanz erblickt der Beobachter das Halbtonbild 2, das sich erst in der Lesedistanz in die in den Bildelementen 4 angeordneten 20 Bildelementmuster 6 auflöst.

In einer weiteren Ausführung des Sicherheitselements 1 sind, wie im vergrösserten Ausschnitt 3 der Figur 9 gezeigt, in der Fläche des Halbtonbilds 2 Musterstreifen 36 angeordnet, die sich wenigstens über einen Teil der Fläche des Halbtonbilds 2 hinziehen. Die Musterstreifen 36 weisen eine Breite B im Bereich 15  $\mu\text{m}$  bis 300  $\mu\text{m}$  auf. Der Einfachheit halber sind in der Figur 9 die Musterstreifen 36 parallel zueinander gezeichnet und enthalten ein aus einem Flächenstreifen 40 (Fig. 10) bestehendes Linienmuster, z.B. ein griechisches Fries, wie dies im Ausschnitt 3 ersichtlich ist. In einer anderen Ausführung ist das Linienmuster in den Musterstreifen 36 als Nanotext ausgebildet, dessen Lettern eine Letternhöhe, die die Breite B der Musterstreifen 36 unterschreitet. Andere Ausführungen des 25 Linienmusters umfassen einfache gerade oder mäandernde Linien, Folgen von Piktogrammen usw. Auch eine Anordnung von einfachen, geraden oder gebogenen Linienelementen bilden 30

das Linienmuster alleine oder in Kombination mit dem Fries und/oder dem Nanotext und/oder der Piktogramme. Die Flächen der Linienmuster sind mit einer diffraktiven Musterstruktur 37 belegt und weisen eine Linienbreite von 5 µm bis 50 µm auf. Das Linienmuster bedeckt innerhalb der Fläche des Musterstreifens 36 die Hintergrundfelder 5 und/oder die Bildelementmuster 6 nur teilweise, damit das durch die ersten und zweiten Strukturen 18 (Fig. 3), 19 (Fig. 3) erzeugte Halbtönbild 2 (Fig. 1) nicht merklich gestört ist. Die Musterstruktur 37 unterscheidet sich sowohl von den ersten als auch von den zweiten Strukturen 18, 19 in wenigstens einem Strukturparameter. Vorzugsweise eignen sich für die Musterstrukturen 37 die das einfallende Licht 15 (Fig. 3) in Farben zerlegenden Beugungsgitter mit den Spatialfrequenzen f von 800 Linien/mm bis 2000 Linien/mm. Falls die ersten und/oder die zweiten Strukturen 18, 19 nicht mit einem diffraktiven Streuer belegt sind, ist der diffraktive Streuer auch für die Musterstruktur 37 geeignet. In einer Ausführung der Musterstreifen 36 sind wenigstens die Strukturparameter Spatialfrequenz f und/oder die azimutale Ausrichtung des Gittervektors der Musterstrukturen 37 ortsabhängig gewählt, d.h. die genannten Strukturparameter sind Funktionen der Koordinaten (x, y).

Die Figur 10 zeigt das Bildelement 4 mit den Musterstreifen 36 im Detail. Die Musterstreifen 36 erstrecken sich über das Hintergrundfeld 5 und das Bildelementmuster 6. Beispielsweise weist das Bildelementmuster 6 der Einfachheit halber die dargestellte U-Form mit den mit einem Verbindungsstück verbundenen Schenkeln 38, 39 auf. Mit Hilfe des Flächenanteils des Linienmusters im Musterstreifen 36 wird die Flächenhelligkeit innerhalb des Bildelementmusters 6 gesteuert. Die Flächenhelligkeit ändert sich innerhalb des Bildelementmusters 6, wie in der Zeichnung der Figur 10 gezeigt ist, mittels einer Verbreiterung von Flächenstreifen 40 des Linienmusters im Musterstreifen 36. Die Flächenhelligkeit des Bildelementmusters 6 im linken Schenkel 38 ist im Vergleich zu denjenigen des Verbindungsstücks durch eine Verbreiterung der Flächenstreifen 40 reduziert. Für eine Erhöhung der Helligkeit des Bildelementmusters 6 gegenüber denjenigen des Verbindungsstücks, z.B. im rechten Schenkel 39, ist die Breite der Flächenstreifen 40 reduziert. Da das Beugungsgitter, um effektiv zu sein, in den Flächenstreifen 40 wenigstens 3 bis 5 Furchen umfassen muss, darf die Linienbreite der Flächenstreifen 40 einen von der Spatialfrequenz f und der Richtung des Gittervektors k (Fig. 1) abhängigen minimalen Wert nicht unterschreiten. Eine weitere Erhöhung der Helligkeit des Bildelementmusters 6 bedingt eine Auflösung der Flächenstreifen 40 in kleine Flecken 41, so dass die grössere Fläche zur

erhöhten Helligkeit des Bildelementmusters 6 beträgt. Gleches gilt für die Modulation der Hintergrundfelder 5, beispielsweise in einem Linienbereich 42.

In der Ausführung der Bildelemente 4 gemäss der Figur 9 ist beispielsweise die Linienbreite der Flächenstreifen 40 in den Hintergrundfeldern 5 auf der ganzen Fläche des 5 Halbtonbilds 2 gleich, während die Flächenhelligkeit der Bildelementmuster 6 entsprechend der Bildvorlage für das Halbtonbild 2 mittels der Linienbreite der Flächenstreifen 40 in den Musterstreifen 36 gesteuert ist. Da die kleinen Abmessungen der Flächenstreifen 40 (Fig. 10) und der Flecken 41 (Fig. 10) vom Auge des Beobachters nicht ohne Hilfsmittel, z.B. Lupe, Mikroskop usw., aufgelöst werden, ist die Flächenhelligkeit des Bildelementmusters 6 10 proportional zur verbliebenen Fläche mit der zweiten Struktur 19 (Fig. 3).

Enthalten die Musterstreifen 36 die Lettern eines Nanotextes, ist die Steuerung der Flächenhelligkeit, wie anhand der Figur 2 beschrieben, beispielsweise durch Vergrössern und Verkleinern der Dicke der Lettern oder durch Vergrössern des Letterabstands zu erreichen.

15 Unabhängig von der Ausführung in der Figur 10 erkennt das Auge des Beobachters selbst in einer normalen Lesedistanz von weniger als 30 cm und bei geeigneter Beobachtungsbedingungen die Musterstreifen 36 als einfache, helle Linien, da das Muster in den Musterstreifen 36 erst mit Hilfe der Lupe bzw. des Mikroskops aufzulösen ist. Beim Kippen und/oder beim Drehen verändern die Musterstreifen 36 für den Beobachter ihre 20 Farbe und/oder leuchten auf oder verlöschen wieder. Bei geeigneter Wahl der Strukturparameter für die Musterstrukturen 37 (Fig. 9) weist das mit Tageslicht beleuchtete und in der genannten Betrachtungsdistanz angeordnete Halbtonbild 2 (Fig. 1) beim Kippen oder Drehen von einer Vielzahl der Musterstreifen 36 erzeugte farbige Bänder 43 (Fig. 1) in den Farben des Regenbogens auf, welche sich farblich verändern und/oder sich über die 25 Fläche des Sicherheitselements 1 zu bewegen scheinen.

Das Halbtonbild 2 ist in einer Ausführung Teil eines Mosaiks aus mit vom Halbtonbild 2 unabhängigen Beugungsgittern belegten Flächenelementen 44, die eine optische Wirkung gemäss der eingangs erwähnten EP-A 0 105 099 entfalten. Insbesondere sind in einer Ausführung die Musterstreifen 36 Teile des Mosaiks aus den Flächenelementen 44, die sich 30 über das Halbtonbild 2 erstrecken.

In der Tabelle 3 sind bevorzugte Kombinationen der Strukturen 18(Fig. 3), 19 (Fig. 3), 37 für die Hintergrundfelder 5, die Bildelementmuster 6 und die Musterstreifen 36 zusammengestellt.

Die Merkmale der verschiedenen, hier beschriebenen Ausführungen können  
5 miteinander kombiniert werden. Insbesondere sind in der Beschreibung die Bezeichnungen "Hintergrundfelder 5" und "Bildelementmuster 6" bzw. "erste Struktur 18" und "zweite Struktur 19" vertauschbar.

Tabellen:

Tabelle 1:

Erste Struktur 18 für das Hintergrundfeld 5		Zweite Struktur 19 für das Bildelementmuster 6
1.1	Ebener Spiegel oder Kreuzgitter mit Spatialfrequenzen $f > 2300$ Linien/mm oder Mottenaugenstruktur	Diffraktiver Streuer
1.2	Mottenaugenstruktur	Isotrope Mattstruktur
1.3	Mottenaugenstruktur	asymmetrisch achromatisches Beugungsgitter
1.4	Überlagerte Beugungsgitter	Anisotrope Mattstruktur

Tabelle 2

Erste Struktur 18 für das Hintergrundfeld 5		Zweite Struktur 19 für das Bildelementmuster 6
2.1	Lineares Beugungsgitter mit Azimut $\theta = 0^\circ$	Diffraktiver Streuer
2.2	Lineares Beugungsgitter mit $\theta = 0^\circ$ und der ersten Spatialfrequenz $f_1$	Lineares Beugungsgitter mit $\theta = 0^\circ$ und der zweiten Spatialfrequenz $f_2$
2.3	Lineares oder mäanderndes Beugungsgitter mit Azimut $\theta_1 = 0^\circ$ und der ersten Spatialfrequenz $f_1$	Lineares oder mäanderndes Beugungsgitter mit Azimut $\theta_2 = 0^\circ$ und der zweiten Spatialfrequenz $f_2$
2.4	Lineares oder mäanderndes Beugungsgitter mit Azimut $\theta_1 = 90^\circ$ und der ersten Spatialfrequenz $f_1$	Lineares oder mäanderndes Beugungsgitter mit Azimut $\theta_1 = 90^\circ$ und der ersten Spatialfrequenz $f_1$ oder anisotrope Mattstruktur
2.5	Asymmetrisches Beugungsgitter mit dem Azimut $\theta_1 = 180^\circ$	Asymmetrisches Beugungsgitter mit dem Azimut $\theta_2 = 0^\circ$

5

Tabelle 3

	Erste Struktur 18 für das Hintergrundfeld 5	Zweite Struktur 19 für das Bildelementmuster 6	Musterstruktur 37 für den Musterstreifen 36
3.1	Spiegel oder Kreuzgitter mit Spatialfrequenz $f$ von mehr als 2300 Linien/mm	Diffraktiver Streuer	Lineares Beugungsgitter mit ortsabhängigem Azimut $\theta$
3.2	Lineares Beugungsgitter mit ortsabhängigen Funktionen für Azimut und Spatialfrequenz $f_1$	Lineares Beugungsgitter mit Azimut $\theta = 0^\circ$ und Spatialfrequenz $f_2$	Diffraktiver Streuer
3.3	Lineares oder mäanderndes Beugungsgitter mit ortsabhängigem Azimut und der ersten Spatialfrequenz $f_1$	Lineares oder mäanderndes Beugungsgitter mit Azimut $\theta = 0^\circ$ und der zweiten Spatialfrequenz $f_2$	Diffraktiver Streuer
3.4	Lineares oder mäanderndes Beugungsgitter oder anisotrope Mattstruktur mit Azimut $\theta_1 = 0^\circ$	Lineares oder mäanderndes Beugungsgitter oder anisotrope Mattstruktur mit Azimut $\theta_1 \neq 0^\circ$	Lineares Beugungsgitter mit ortsabhängiger Spatialfrequenz

**PATENTANSPRÜCHE**

1. Diffraktives Sicherheitselement (1) mit einem Halbtonbild (2) aus mit mikroskopisch feinen Oberflächenstrukturen belegten Flächenteilen eingeschlossen in einem Schichtverbund (10), der wenigstens eine transparente Prägeschicht (11), eine Schutzlackschicht (12) und eine zwischen der Prägeschicht (11) und der Schutzlackschicht (12) eingebettete Reflexionsschicht (13) mit den Oberflächenstrukturen umfasst, wobei die Fläche des Halbtonbilds (2) in aus den Flächenteilen zusammengesetzte Bildelemente (4), die wenigstens in einer Abmessung kleiner als 1 mm sind, eingeteilt ist,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass jedes Bildelement (4) wenigstens eines der Flächenteile aus der Gruppe Hintergrundfeld (5) und Bildelementmuster (6) enthält,  
dass das Bildelementmuster (6) auf dem Dunkelfeld (5) angeordnet ist,  
dass der Anteil der Fläche des Bildelementmusters (6) an der Fläche des Bildelements (4) wenigstens durch die Flächenhelligkeit der Bildvorlage des Halbtonbilds (2) am Ort des Bildelements (4) und unter Berücksichtigung der Flächenhelligkeit der benachbarten Bildelemente (4) bestimmt ist und  
dass die Flächen der Hintergrundfelder (5) erste Oberflächenstrukturen (18) und alle Flächen der Bildelementmuster (6) eine zweite, von den ersten Oberflächenstrukturen (18) verschiedene Oberflächenstruktur (19) so aufweisen, dass sich die Flächen der Hintergrundfelder (5) von den Flächen der Bildelementmuster (6) nur in vorbestimmten Betrachtungsrichtungen im Halbraum über dem Schichtverbund (10) in der Licht modifizierenden Wirkung unterscheiden.  
20  
25
2. Diffraktives Sicherheitselement (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Form der Bildelementmuster (6) in allen Bildelementen (4) ähnlich ist.
3. Diffraktives Sicherheitselement (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Flächen der Bildelementmuster (6) die Form von Lettern aufweisen,  
30

wobei der Anteil der Fläche des Bildelementmusters (6) im Bildelement (4) durch die Dicke und/oder durch die Schrift Höhe der Letter bestimmt ist.

4. Diffraktives Sicherheitselement (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Oberflächenstrukturen (18; 19) lineare Beugungsgitter mit Gittervektoren (k) sind, dass in den Bildelementmustern (6) die Gittervektoren (k) parallel sind und dass sich der Gittervektor (k) der Bildelementmuster (6) im Azimut ( $\theta$ ) von den Gittervektoren (k) der ersten Oberflächenstrukturen (18) in den Hintergrundfeldern (5) unterscheidet.
5. Diffraktives Sicherheitselement (1) nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Bildelemente (4), die in den Hintergrundfeldern (5) den gleichen Azimut ( $\theta$ ) der Gittervektoren (k) aufweisen, entsprechend ihrem Azimut ( $\theta$ ) des Gittervektors (k) in Reihen (26; 28; 29) auf dem Halbtonbild (2) angeordnet sind.
6. Diffraktives Sicherheitselement (1) nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass auf seiner Fläche die benachbarten Reihen (26; 28; 29), die sich im Azimut ( $\theta$ ) der Gittervektoren (k) unterscheiden, in der Reihenfolge ABC, ABC zyklisch repetierend angeordnet sind.
7. Diffraktives Sicherheitselement (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die ersten Oberflächenstrukturen (18) und die zweiten Oberflächenstruktur (19) mäandernde Beugungsgitter sind, deren Spatialfrequenzen aus dem Bereich 150 Linien/mm bis 2000 Linien/mm gewählt sind, und dass sich die mäandernden Beugungsgitter der Hintergrundfelder (5) und der Bildelementmuster (6) wenigstens im Azimutbereich ( $\theta$ ) der Gittervektoren (k) unterscheiden.
8. Diffraktives Sicherheitselement (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die ersten Oberflächenstrukturen (18) und die zweiten Oberflächenstrukturen (19) asymmetrische Beugungsgitter sind, wobei die Gittervektoren (k) der asymmetrischen Beugungsgitter der ersten Oberflächenstrukturen (18) entgegengesetzt zu den Gittervektoren (k) der zweiten Oberflächenstrukturen (19) ausgerichtet sind.

9. Diffraktives Sicherheitselement (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite Oberflächenstruktur (19) in den Flächen der Bildelementmuster (6) ein diffraktiver Streuer aus der Gruppe der isotropen und anisotropen Mattstrukturen, der Kinoforms, der Beugungsgitter mit kreisförmigen Furchen im Furchenabstand von 1 bis 3 µm und der mit einem Beugungsgitter überlagerten Mattstrukturen gewählt ist.

5

10. Diffraktives Sicherheitselement (1) nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Hintergrundfelder (5) als erste Oberflächenstruktur (18) eine Struktur aus der Gruppe, die ebene Spiegel, Kreuzgitter mit Spatialfrequenzen grösser als 2300 Linien/mm und Mottenaugenstrukturen umfasst, aufweisen.

10

11. Diffraktives Sicherheitselement (1) nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Hintergrundfelder (5) als erste Oberflächenstruktur (18) ein lineares Beugungsgitter mit einer Spatialfrequenz aus dem Bereich 150 Linien/mm bis 2000 Linien/mm und mit zueinander parallel ausgerichteten Gittervektoren (k) aufweisen.

15

12. Sicherheitselement (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass sich die ersten Oberflächenstrukturen (18) und die zweite Oberflächenstruktur (19) lineare oder mäandernde Beugungsgitter sind, die sich in der Spatialfrequenz (f) unterscheiden.

20

13. Sicherheitselement (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass Musterstreifen (36) mit einer Breite (B) von 15 µm bis 300 µm sich wenigstens über einen Teil der Fläche des Halbtonbilds (2) hinziehen, dass in den Musterstreifen (36) Flächenstreifen (40) mit einer Linienbreite im Bereich von 5 µm bis 50 µm Linienmuster aus der Gruppe bilden, die Lettern, Texte, Linienelemente und Piktogramme umfasst, dass die Flächenstreifen (40) des Linienmusters in der Fläche des Musterstreifens (36) die Hintergrundfelder (5) und die Bildelementmuster (6) teilweise mit Musterstrukturen (37) bedecken und dass sich die Musterstrukturen (37) von den ersten und zweiten Oberflächenstrukturen (18; 19) in wenigstens einem Strukturparameter unterscheiden.

25

30

14. Diffraktives Sicherheitselement (1) nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass in allen Bildelementen (4) die Bildelementmuster (6) gleiche Grösse aufweisen und dass die Linienbreite der Flächenstreifen (40) in den Hintergrundfeldern (5) konstant ist, während die Flächenhelligkeit der Bildelementmuster (6) entsprechend der Bildvorlage für das Halbtonbild (2) mittels der Linienbreite der Flächenstreifen (40) in den Musterstreifen 36 gesteuert ist.  
5
15. Diffraktives Sicherheitselement (1) nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Spatialfrequenz (f) der linearen Beugungsgitter in den Musterstrukturen (37) vom Ort auf dem Halbtonbild (2) abhängig sind.  
10
16. Diffraktives Sicherheitselement (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Halbtonbild (2) Teil eines Mosaiks aus mit vom Halbtonbild (2) unabhängigen Oberflächenstrukturen belegten Flächenteilen (44) ist.
17. Diffraktives Sicherheitselement (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Schichtverbund (10) zum Aufkleben auf ein Substrat (17) eingerichtet ist.  
15

Fig. 1

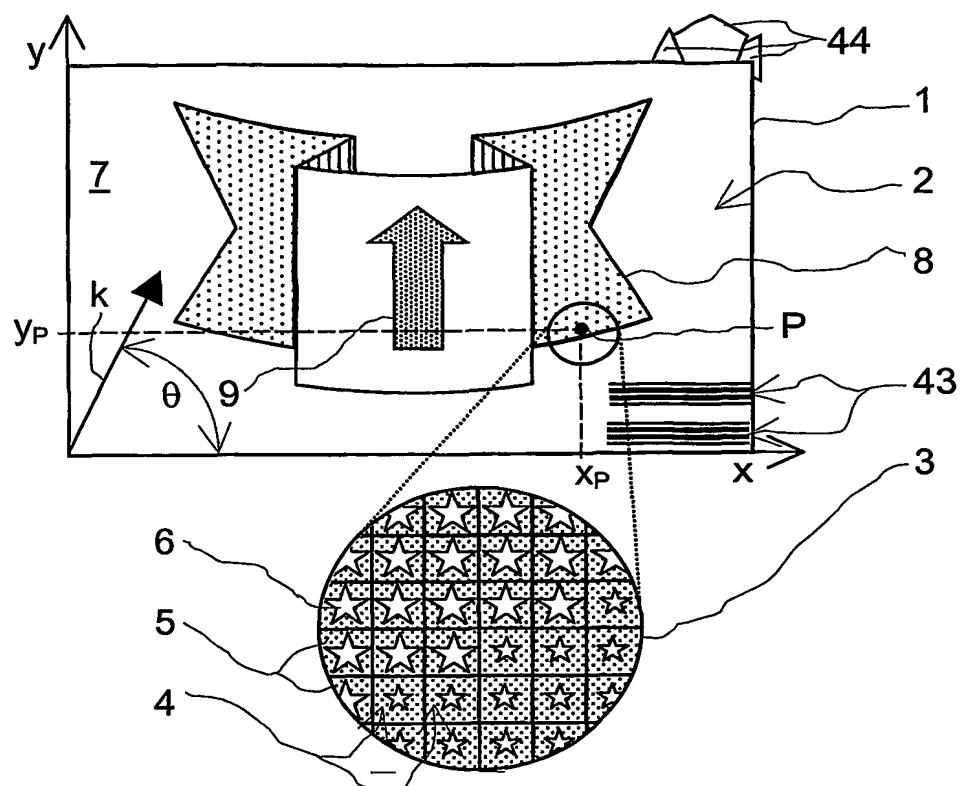


Fig. 2

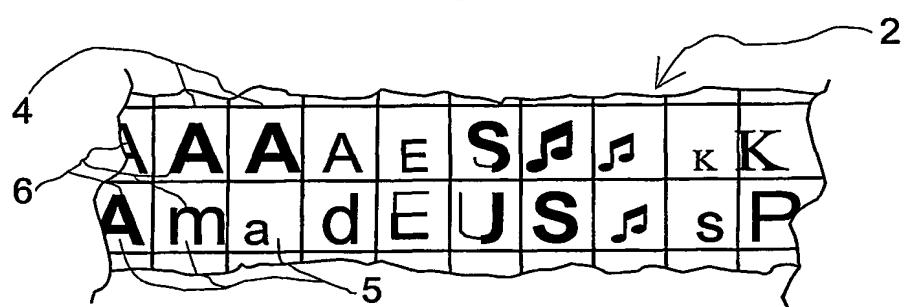


Fig. 3

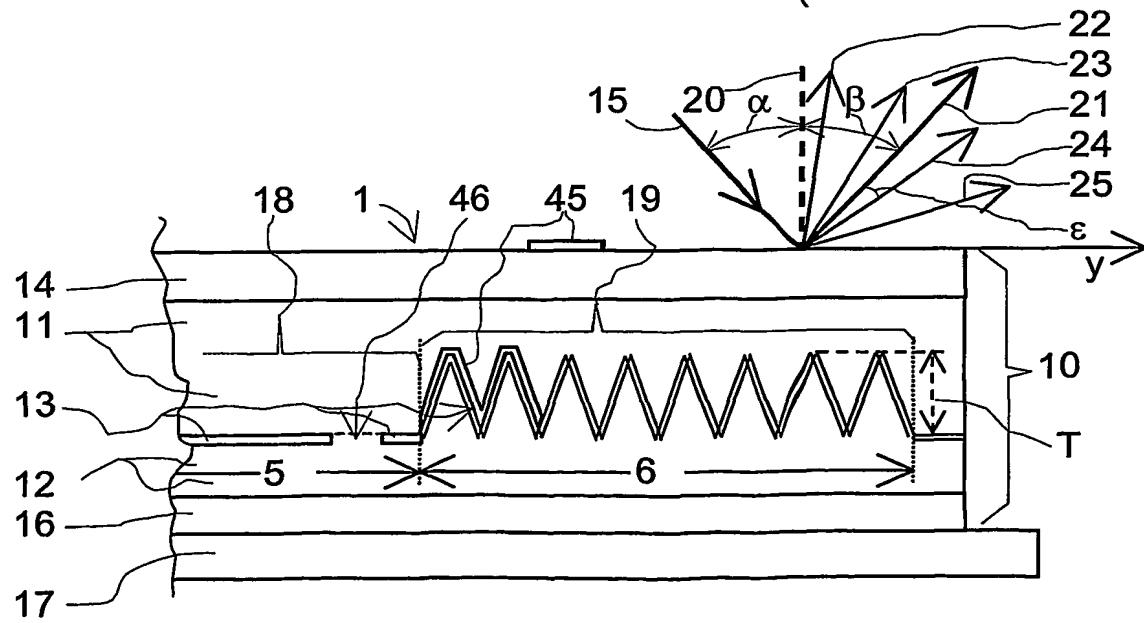


Fig. 4

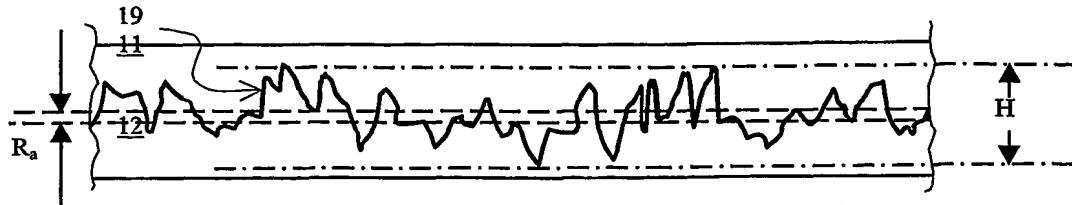


Fig. 5

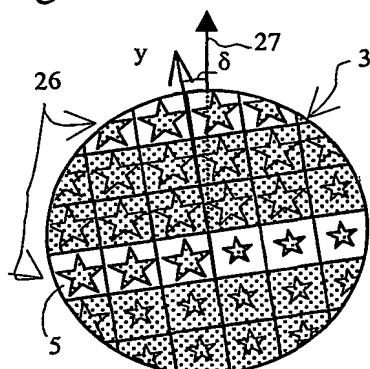


Fig. 6

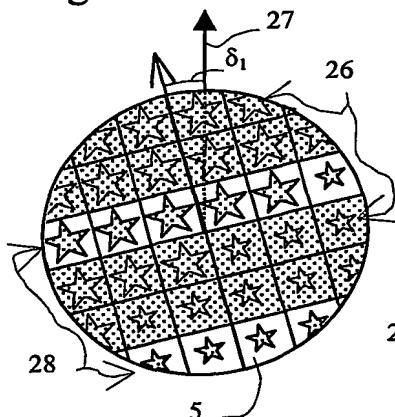


Fig. 7

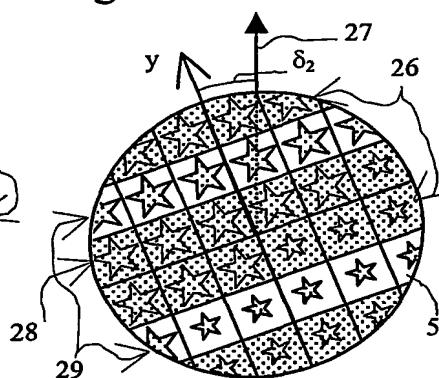


Fig. 8

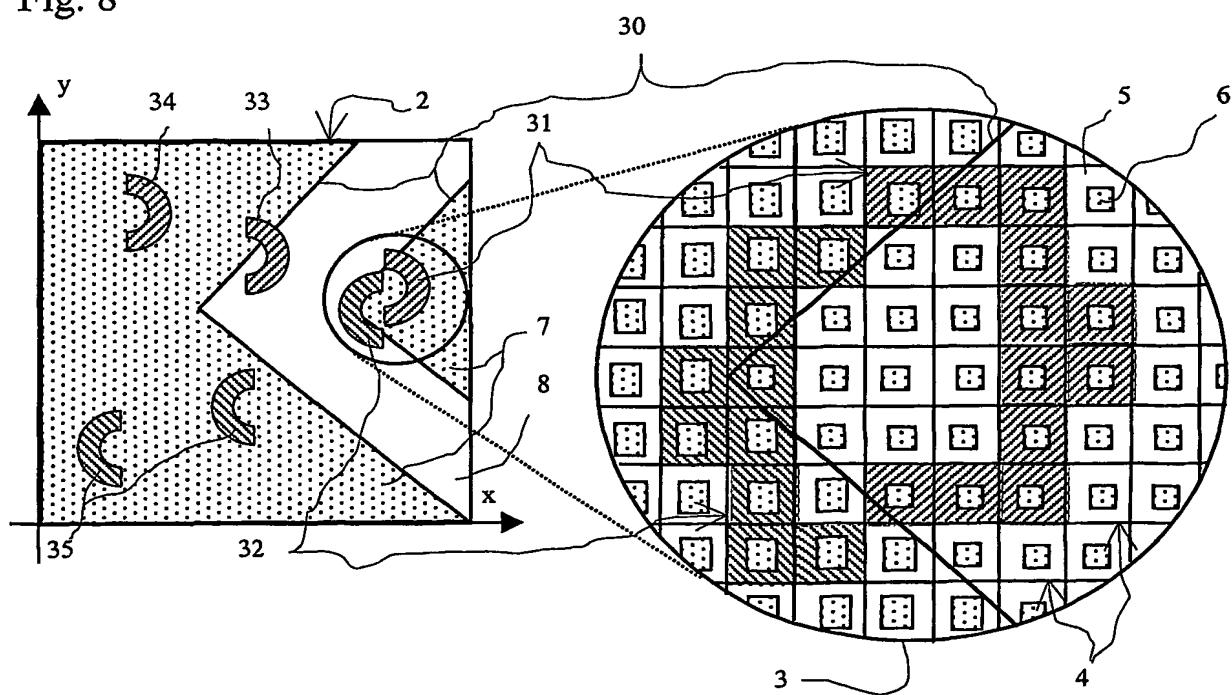


Fig. 9

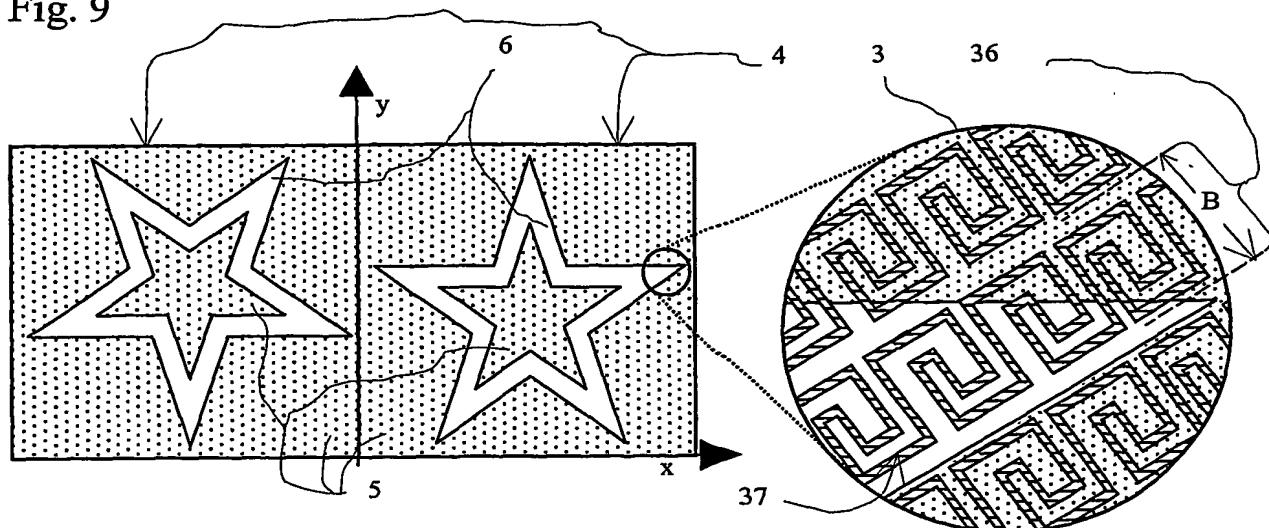


Fig. 10

